



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 199 39 271 A 1**

⑤1 Int. Cl. 7:  
**D 06 F 58/28**  
G 01 N 27/04

②1 Aktenzeichen: 199 39 271.4  
②2 Anmeldetag: 19. 8. 1999  
④3 Offenlegungstag: 22. 2. 2001

DE 199 39 271 A 1

⑦1 Anmelder:  
BSH Bosch und Siemens Hausgeräte GmbH, 81669  
München, DE

⑦2 Erfinder:  
Nehring, Ulrich, Dipl.-Ing., 10719 Berlin, DE; Richter,  
Jürgen, Dipl.-Ing., 12685 Berlin, DE

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑤4 Verfahren zur Bestimmung der Beladung und der Trocknungsdauer in Abluftwäschetrocknern mit feuchtegesteuerten Trocknungsprogrammen

⑤7 Bisherige Verfahren gehen allgemein von einem kausalen Zusammenhang nur einer Meßgröße zur Zielgröße aus. Damit ist das System unterbestimmt und somit die Laufzeit nicht ausreichend genau zu bestimmen. Zur genaueren Bestimmung der Trocknungsdauer werden mindestens drei weitgehend unabhängige Maßgrößen verwendet und miteinander in Korrelation gesetzt. Die mit dem erfindungsgemäßen Verfahren wesentlich verbesserte Vorhersagegenauigkeit der Trocknungsdauer ergibt sich dadurch, daß mindestens n Meßgrößen entsprechend den sie enthaltenden physikalischen Zusammenhängen zu den n Haupteinflußgrößen miteinander in Beziehung gebracht werden. Das Verfahren ermöglicht eine genauere Bestimmung der Beladung und der Trocknungsdauer bei Abluftwäschetrocknern als bisher.

DE 199 39 271 A 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Bestimmen der voraussichtlichen Trockenzeit in Abluftwäschetrocknern bekannter Bauart mit einer kontinuierlichen Temperaturerfassung am Trommelein- und Trommelaustritt und einer feuchtigkeitsabhängigen Steuerung.

Bekanntlich wird der ideale Prozeßablauf des Trockenvorganges und damit die Trocknungsdauer der Wäsche in einem Haushaltwäschetrockner vorwiegend durch die Kenngrößen Menge, Anfangsfeuchte der Beladung, Textilart der Beladung und gerätespezifischen Kenndaten des Trockners, unter anderem die Heizleistung, sowie den Zustand der Umgebungsluft, also Lufttemperatur und relative Luftfeuchte, bestimmt.

Diese Einflüsse wirken sich unmittelbar auf den Prozeßverlauf des Trockenvorganges aus und müssen zur Bestimmung der voraussichtlichen Laufzeit des Trocknungsvorganges möglichst früh nach dem Start des Trockners erfaßt und ausgewertet werden.

Bisherige Verfahren zur Bestimmung der Trocknungsdauer oder Beladung gehen allgemein von einem kausalen Zusammenhang nur einer Meßgröße zu den Zielgrößen aus. Damit ist das System unterbestimmt und somit die Beladung und die Trocknungsdauer nicht ausreichend genau zu bestimmen.

Aus der DE 30 30 864 C2 ist bereits ein Verfahren zum automatischen Steuern des Trocknungsvorganges bis zum Erreichen eines gewünschten Trockengrades bekannt, bei dem der Gradient der ansteigenden Temperatur während einer frühen Phase des Trocknungsvorganges ermittelt wird und in Abhängigkeit von diesem die erforderliche Betriebsdauer errechnet wird. Bei einem derartigen Verfahren wird es als besonders nachteilig empfunden, daß bei der Ermittlung der Aufheizgeschwindigkeit die Temperaturdifferenz zwischen Wäschetrocknungssystem und Umgebungsluft berücksichtigt werden muß, um ein repräsentatives Meßergebnis für die erforderliche Betriebsdauer zu erhalten. Beschränkt man sich bei den vorgegebenen Verfahren allein auf die Ermittlung der Aufheizgeschwindigkeit, werden Umgebungseinflüsse, wie beispielsweise die Anfangstemperatur der Wäsche, die Anfangstemperatur des Wäschetrocknersystems und die Umgebungstemperatur nicht berücksichtigt, so daß der Programmsteuereinrichtung ein ungenauer Zeitwert für die erforderliche Betriebsdauer vorgegeben wird. Ein ungenauer Wert wird außerdem auch bei Netzspannungsschwankungen ermittelt, da die Aufheizgeschwindigkeit von der Heizleistung abhängig ist und die Netzspannung quadratisch in die Heizleistung eingeht. Ein weiterer Nachteil besteht darin, daß durch die Aufheizzeit eine relativ späte Erstanzeige, beispielsweise nach 10 min. ermöglicht wird.

Weiterhin ist aus der DE 40 13 543 A1 bekannt, die restliche Dauer eines Trocknungsvorganges nach Erreichen einer vorgegebenen Solltemperatur in Abhängigkeit von der Abkühlgeschwindigkeit im Trocknungssystem zu ermitteln. Hierbei bestehen auch die Nachteile, daß die Anzeige der Dauer erst zu einem relativ späten Zeitpunkt nach Einschalten des Gerätes erfolgt und Netzspannungstoleranzen nicht berücksichtigt werden.

Aus der DE 44 42 250 A1 ist ein Verfahren zum Bestimmen der voraussichtlichen Trockenzeit in einem Wäschetrockner bekannt, bei dem zum möglichst fehlerfreien Bestimmen der Trockenzeit unabhängig von äußeren Einflüssen, beispielsweise veränderliche Umgebungstemperaturen, vorgesehen ist, während des Trocknens einen Teil oder die gesamte Heizeinrichtung periodisch ein- und auszuschalten, die Differenzen: einerseits zwischen der Abluft- und der Zu-

luft-Temperatur und andererseits zwischen der Abluft-Temperatur und der Lufttemperatur vor Eintritt in die Heizeinrichtung aus periodisch gemessenen Temperaturwerten an den angegebenen Orten zu ermitteln und zueinander in Beziehung zu setzen. Die Verhältnisswerte werden mit Erfahrungswerten verglichen, um auf die jeweilige zutreffende Trocknungsdauer zu schließen.

Der bei diesem Steuerungsverfahren erforderliche Aufwand an Rechnerleistungen ist jedoch erheblich. Außerdem kann dadurch die große Streubreite der Temperaturmeßwerte nur zum Teil eingeschränkt werden. Demzufolge ist die Vorhersage der voraussichtlichen Trocknungsdauer entsprechend ungenau.

Weiterhin ist aus der DE 34 17 482 A1 ein Verfahren zur Restfeuchtesteuerung eines Wäschetrockners unter Verwendung einer leitwertabhängigen Feuchtigkeitsmeßschaltung bekannt geworden, bei dem während der annähernd leitwertkonstanten Trocknungsphase in der Feuchtigkeitsmeßschaltung die augenblicklich am Wäschewiderstand anliegende Spannung als Indikator für den vorliegenden Leitwert des in der Wäsche gebundenen Wassers und/oder als Indikator für die jeweilige Beladungsmenge und/oder Wäscheart abgegriffen und einer Korrekturstufe zugeführt wird. In der Korrekturstufe findet der Vergleich des Augenblickswertes mit empirisch ermittelten und in einem Speicher der Korrekturstufe abgelegten Referenzwerten statt. In Abhängigkeit dieses Vergleichs wird die jeweils den vorgewählten Restfeuchtegehalt angepaßte Abschaltspannung zur Beendigung der Trockenzeit eingestellt.

Auch mit diesem Verfahren wird keine hinreichend genaue Bestimmung der Trocknungsdauer ermöglicht, da sich verändernde Meßbedingungen, beispielsweise die Veränderung der Wasserqualität, nicht erkennen und verarbeiten lassen.

Schließlich ist aus der DE 197 05 585 A1 ein Verfahren zur Ermittlung und Anzeige der Laufzeit eines Trocknungsvorganges bei einem programmgesteuerten Wäschetrockner bekannt, bei dem um dem Benutzer einen möglichst genauen Überblick über den Zeitpunkt des voraussichtlichen Endes eines ablaufenden Trocknungsprogrammes zu ermöglichen, durch eine Summenbildung von in der Programmsteuereinrichtung abgelegter trockenungsgradabhängiger Zeitwerte für unterschiedliche Trocknungsprogramme ein erster Schätzwert für die Programmlaufzeit des gewählten Trocknungsprogrammes errechnet und zur Anzeige gebracht wird.

Auch dieses Verfahren läßt keine Ermittlung einer hinreichend genauen Vorhersage der Trocknungsdauer zu.

Die verwendeten Meßgrößen zur Ermittlung und Anzeige der Laufzeit eines Trocknungsvorganges sind bisher entweder der elektrische Widerstand beziehungsweise der elektrische Leitwert der Wäsche oder der zeitliche Temperaturverlauf im Trockner, die Textilart wird dabei vom Benutzer durch Einstellen an den Bedienelementen vorgegeben.

Zur Bestimmung der Vorhersage der Trocknungsdauer werden aber beim Abluftwäschetrockner insbesondere die fehlenden Größen Menge und Feuchte der Beladung, die im allgemeinen unregelmäßige Heizleistung  $P_{\text{heiz}} \sim U_{\text{netz}}^2$  sowie der Zustand der Umgebungsluft benötigt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die erforderliche Trockenzeit der Wäsche in Abluftwäschetrocknern wesentlich genauer als bisher zu bestimmen sowie die auf die Meßgrößen einwirkenden Bedingungen zu berücksichtigen, beispielsweise die Umgebungstemperatur  $T_u$  und/oder die Heizleistung des Trockners.

Die Lösung dieser Aufgabe wird durch die im Hauptanspruch gekennzeichneten Merkmale erzielt.

Der Vorteil des endungsgemäßen Verfahrens ist insbeson-

dere darin zu sehen, daß eine genauere Bestimmung der Beladung und der Trocknungsdauer kurz nach dem Start und eine bessere Anpassung an die jeweils vorliegenden Bedingungen ermöglicht wird.

Erfindungsgemäß werden zur genaueren Bestimmung der Trocknungsdauer eines Abluftwäschetrockners möglichst frühzeitig nach dem Start des Gerätes mindestens drei an sich bekannte, weitgehend unabhängige Meßgrößen, beispielsweise:

zum ersten der elektrische Widerstand/Leitwert der Wäsche zu Beginn des Trocknungsprozesses sowie die mathematisch/physikalisch daraus ableitbaren Größen, zum Beispiel die elektrische Spannung  $U_w$  über den Wäschewiderstand, insbesondere der arithmetische Mittelwert  $\bar{U}_w$  dieser Spannung  $U_w$ ,

zum zweiten der zeitliche Temperaturverlauf am Trommelaustritt der Prozeßluft nach dem Einschalten der Heizung sowie die daraus mathematisch/physikalisch ableitbaren Größen, zum Beispiel der Kehrwert des Temperaturanstiegs und die Temperaturzeitkonstante des Systems, insbesondere aber auch

die Temperaturdifferenz/der Temperaturanstieg am Trommelaustritt der Prozeßluft in einem festen Zeitraum nach dem Einschalten der Heizung,

die maximale Temperaturdifferenz/der maximale Temperaturanstieg am Trommelaustritt der Prozeßluft in einem festen Zeitraum nach dem Einschalten der Heizung,

der zeitliche Temperaturanstieg am Trommelaustritt der Prozeßluft bei einer vorgegebenen festen Temperaturdifferenz am Trommelaustritt nach dem Einschalten der Heizung, der Temperaturgradient am Trommelaustritt der Prozeßluft bei einer vorgegebenen festen Temperaturdifferenz am Trommelaustritt nach dem Einschalten der Heizung,

und zum dritten zur Berücksichtigung der Umgebungstemperatur  $T_u$  die mittlere Temperatur am Trommelaustritt zu Beginn der Trocknung oder die mittlere Temperatur am Trommelaustritt zu Beginn der Trocknung vor dem Einschalten der Heizung oder die mittlere Temperatur am Lufteintritt des Trockners,

verwendet und miteinander in Korrelation gesetzt, so daß sich eine wesentlich verbesserte Trocknungsdauerabschätzung  $t_{\text{prognose}}$  ergibt.

Des weiteren wird zur wahlweisen Berücksichtigung der Heizleistung ( $P_{\text{heiz}}$ ) des Trockners der zeitliche Temperaturverlauf am Trommelaustritt der Prozeßluft nach dem Einschalten der Heizung sowie die daraus mathematisch/physikalisch ableitbaren Größen, zum Beispiel der Kehrwert des Temperaturanstiegs am Trommelaustritt, insbesondere aber auch

die Temperaturdifferenz/der Temperaturanstieg am Trommelaustritt der Prozeßluft in einem festen Zeitraum nach dem Einschalten der Heizung,

der maximale Temperaturanstieg am Trommelaustritt der Prozeßluft in einem festen Zeitraum nach dem Einschalten der Heizung,

der zeitliche Temperaturanstieg am Trommelaustritt der Prozeßluft bei einer vorgegebenen festen Temperaturdifferenz am Trommelaustritt nach dem Einschalten der Heizung,

der Temperaturgradient am Trommelaustritt der Prozeßluft bei einer vorgegebenen festen Temperaturdifferenz am Trommelaustritt nach dem Einschalten der Heizung,

verwendet und mit den zuvor genannten Meßgrößen in Korrelation gesetzt.

Das erfindungsgemäße Verfahren betrifft ebenso oben genannte Meßgrößen, wenn sie mit einem analogen oder digitalen Filter beaufschlagt werden.

Die mit dem erfindungsgemäßen Verfahren wesentlich verbesserte Vorhersagegenauigkeit der Trocknungsdauer er-

gibt sich dadurch, daß mindestens  $n$  Meßgrößen entsprechend den sie enthaltenen physikalischen Zusammenhängen zu den  $n$  Haupteinflußgrößen miteinander in Beziehung gebracht werden.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Ermittlung der voraussichtlichen Trockenzeit eines Trocknungsvorganges in Abluftwäschetrocknern bekannter Bauart mit einer kontinuierlichen Temperaturerfassung am Trommelaustritt und Trommelaustritt und feuchtegesteuerten Trocknungsprogrammen, **dadurch gekennzeichnet**, daß

zur genaueren Bestimmung der voraussichtlichen Trocknungsdauer eines Abluftwäschetrockners möglichst frühzeitig nach dem Start des Gerätes mindestens drei voneinander weitgehend unabhängige Meßgrößen, beispielsweise

zum ersten der elektrische Widerstand/Leitwert der Wäsche zu Beginn des Trocknungsprozesses sowie die mathematisch/physikalisch daraus ableitbaren Größen, zum Beispiel die elektrische Spannung ( $U_w$ ) über den Wäschewiderstand, insbesondere der arithmetische Mittelwert ( $\bar{U}_w$ ) dieser Spannung,

zum zweiten der zeitliche Temperaturverlauf am Trommelaustritt der Prozeßluft nach dem Einschalten der Heizung und die daraus mathematisch/physikalisch ableitbaren Größen, zum Beispiel Kehrwert des Temperaturanstiegs am Trommelaustritt und Temperaturzeitkonstante des Systems, insbesondere aber auch

die Temperaturdifferenz/der Temperaturanstieg am Trommelaustritt der Prozeßluft in einem festen Zeitraum nach dem Einschalten der Heizung, die maximale Temperaturdifferenz/der maximale Temperaturanstieg am Trommelaustritt der Prozeßluft in einem festen Zeitraum nach dem Einschalten der Heizung,

der zeitliche Temperaturanstieg am Trommelaustritt der Prozeßluft bei einer vorgegebenen festen Temperaturdifferenz am Trommelaustritt nach dem Einschalten der Heizung und

der Temperaturgradient am Trommelaustritt der Prozeßluft bei einer vorgegebenen festen Temperaturdifferenz am Trommelaustritt nach dem Einschalten der Heizung, sowie

zum dritten zur Berücksichtigung der Umgebungstemperatur ( $T_u$ ) die mittlere Temperatur am Trommelaustritt zu Beginn der Trocknung oder die mittlere Temperatur am Trommelaustritt zu Beginn der Trocknung vor dem Einschalten der Heizung oder die mittlere Temperatur am Lufteintritt des Trockners,

verwendet und miteinander in Korrelation gesetzt werden, wobei jede Meßgröße für sich in Bezug auf die vorherzusagende Trocknungsdauer mehrdeutig ist,

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur Berücksichtigung der Heizleistung ( $P_{\text{heiz}}$ ) des Trockners beispielsweise

der zeitliche Temperaturverlauf am Trommelaustritt der Prozeßluft nach dem Einschalten der Heizung sowie die daraus mathematisch/physikalisch ableitbaren Größen, zum Beispiel der Kehrwert des Temperaturanstiegs am Trommelaustritt, insbesondere aber auch

die Temperaturdifferenz/der Temperaturanstieg am Trommelaustritt der Prozeßluft in einem festen Zeitraum nach dem Einschalten der Heizung, der maximale Temperaturanstieg am Trommelaustritt der Prozeßluft in einem festen Zeitraum nach dem Einschalten der Heizung,

der zeitliche Temperaturanstieg am Trommelaustritt der Prozeßluft bei einer vorgegebenen festen Temperaturdifferenz am Trommelaustritt nach dem Einschalten der Heizung und

der Temperaturgradient am Trommelaustritt der Prozeßluft bei einer vorgegebenen festen Temperaturdifferenz am Trommelaustritt nach dem Einschalten der Heizung,

verwendet und mit den zuvor genannten Meßgrößen in Korrelation gesetzt werden.

der zeitliche Temperaturanstieg am Trommeleintritt  
der Prozeßluft bei einer vorgegebenen festen Tempera-  
turdifferenz am Trommelaustritt nach dem Einschalten  
der Heizung,

der Temperaturgradient am Trommeleintritt der Pro- 5  
zeßluft bei einer vorgegebenen festen Temperaturdiffe-  
renz am Trommeleintritt nach dem Einschalten der  
Heizung,

verwendet und mit den Meßgrößen nach Anspruch 1 in  
Korrelation gesetzt wird. 10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65